Aus der Frauenklinik des Städtischen Krankenhauses
am Mariendorfer Weg, Berlin - Neukölln
Ärztlicher Direktor: Dr. med. Erich J u n g

ÜBER DAS VERHALTEN DES FETALEN HÄMOGLOBINSPIEGELS UNTER DER GEBURT.

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Fritz - Wilhelm P a n k o w

aus B e r l i n

1965

Aus der Frauenklinik des Städtischen Krankenhauses
am Mariendorfer Weg, Berlin - Neukölln
Ärztlicher Direktor: Dr. med. Erich J u n g

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

ÜBER DAS VERHALTEN DES FETALEN HÄMOGLOBINSPIEGELS UNTER DER GEBURT.

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Fritz - Wilhelm P a n k o w
aus B e r l i n

Dekan: Prof. Dr. med. Adalbert L o e s c h k e

Referent: Priv.Doz. Dr. med. Erich S a l i n g

Korreferent: Prof. Dr. med. Adalbert L o e s c h k e

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 12. 2. 1965

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung und Fragestellung.

II. Physiologische Grundlagen.

III. Untersuchungen und Ergebnisse.

1. Technik der Blutentnahmen am Feten.

2. Hämoglobinbestimmung.

3. Untersuchungsgut und Untersuchungsbedingungen.

4. Unterteilung der Geburt.

5. Ergebnisse und statistische Auswertung.

IV. Besprechung der Ergebnisse.

V. Zusammenfassung.

VI. Literaturverzeichnis.

VII. Lebenslauf.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546513_0037

I. Einleitung und Fragestellung.

Ein Leben ohne Sauerstoff ist nach den Lehren der allgemeinen Physiologie nicht denkbar. Das gilt auch für den Feten, besonders seit Zweifel [19] im Jahre 1876 im Nabelschnurblut die typischen Absorptionsbanden des Oxyhämoglobins nachweisen konnte.
Der Sauerstoff wird durch das Blut von der Lunge bzw. der Placenta zu den für ihren Stoffwechsel Sauerstoff verbrauchenden Geweben transportiert. Unter den Bedingungen, die im Körper für das Blut herrschen, ist aber der Anteil des im Wasser des Blutplasmas physikalisch gelösten Sauerstoffs nur sehr gering, nämlich nur 0,23 bis 0,30 Vol %; und er würde deshalb rasch erschöpft sein, könnte er nicht jederzeit aus den als Sauerstoffspeicher mitgeführten Erythrozyten ergänzt werden. Hauptinhaltsstoff derselben ist das Hämoglobin, dem beim Sauerstofftransport eine lebenswichtige Hauptfunktion zukommt. Über diese und die weiteren Aufgaben des Hämoglobins wird weiter unten noch ausführlicher berichtet werden.
Änderungen des Hämoglobingehaltes im postnatalen Leben sind, wie auch ihre Ursachen und Folgen, seit langem bekannt und beschrieben. Bei Aussagen über den fetalen Hämoglobinspiegel sowie über Änderungen desselben durch endogene oder exogene Einflüsse, war man jedoch bisher auf Vermutungen und Vergleiche angewiesen, da Hämoglobinbestimmungen, wie Blutuntersuchungen überhaupt, erst nach der Geburt - etwa aus dem Nabelschnurblut - möglich waren. Die in der Literatur zu findenden Abhandlungen über den fetalen Hämoglobinspiegel [1,3,4,17] beziehen sich deshalb auch in der Hauptsache auf den normalen Hämoglobingehalt im Nabelschnurblut, auf seine Zusammensetzung aus fetalem und adultem Hämoglobin, auf eventuelle Möglichkeiten, um aus dem Hämoglobingehalt auf die Schwangerschaftsdauer oder auf das Verhalten des Hämoglobinspiegels in den ersten Lebenswochen und Monaten rückschließen zu können.

Erst die Entwicklung und Einführung der Blutentnahmetechnik am Feten durch E. Saling [15] ermöglichte Untersuchungen über das Verhalten des fetalen Hämoglobinspiegels vor und während der Geburt.

Es steht außer Zweifel, daß auch eine normale komplikationslose Geburt für den Feten eine erhöhte Belastung bedeutet. Salings Untersuchungen [13] über den Säure-Basenhaushalt und die Blutgasverhältnisse bestätigen das. Der Blutsauerstoffgehalt sinkt während des Geburtsverlaufes beständig ab, während die Kohlensäurespannung zunimmt. Auch die Blutreaktion fällt ab, während die Pufferreserven aufgebraucht werden, nicht nur durch den höheren Kohlensäurespiegel, sondern vor allem durch das Ansteigen organischer Säuren, an erster Stelle der Milchsäure im fetalen Blut. Letzteres ist auf eine auf Sauerstoffmangel beruhende, vermehrte anaerobe Glykolyse des Feten bei gleichzeitiger Einschränkung der Passage durch die Placenta - da unter der Geburt auch der mütterliche Milchsäurespiegel ansteigt - zurückzuführen.

Änderungen des fetalen Hämoglobinspiegels wären durchaus denkbar. Hierbei sind weniger sonst übliche Beeinflussungen, etwa bei Blutungen oder toxischen Störungen, in Erwägung zu ziehen, als vielmehr eventuelle Änderungen der Plasma-Erythrozytenrelation infolge stressbedingter Elektrolytverschiebungen oder durch Geburtsgeschwulst und Blutstauung im Bereich des Hautkreislaufs des vorangehenden Teils hervorgerufene lokal begrenzte Veränderungen.

Gegenstand dieser Arbeit ist es, das Verhalten des fetalen Hämoglobinspiegels unter der Geburt zu prüfen.

II. Physiologische Grundlagen.[9,12,18]

Chemisch ist das Hämoglobin ein zusammengesetzter Eiweißkörper, ein Proteid, bestehend aus einer Eiweißkomponente, dem Globin, das zu den Albuminen gehört, und einer Farbstoffkomponente, dem Häm, der sogenannten prosthetischen Gruppe, die die eigentliche Funktion,

die Sauerstoffbindung, erfüllt. Das Häm besteht aus Eisen und einem eisenfreien Rest, dem Protoporphyrin. Das Eisen im Häm ist zweiwertig und kann ohne Änderung seiner Wertigkeit ein Sauerstoffmolekül in Nebenvalenz locker chemisch an sich binden. Das fetale Hämoglobin unterscheidet sich von dem adulten in der Zusammensetzung der Aminosäuren im Eiweißanteil.

Die wichtigsten physiologischen Aufgaben des Hämoglobins sind, zum Teil an die Anwesenheit von Blutplasma gebunden und ineinander übergehend,

1. der Sauerstofftransport von der Lunge bzw. Placenta zu den Geweben,
2. die Mitwirkung beim Transport der Kohlensäure im Blut und
3. die Regulation der Blutreaktion.

Hämoglobin hat, wie gesagt, die Fähigkeit, molekularen Sauerstoff in lockerer chemischer Form zu binden und kann ihn deshalb auch leicht wieder abgeben.

Bindung und Abspaltung des Sauerstoffs erfolgen nach der Formel:

$$Hb + O_2 \rightleftharpoons Hb\text{-}O_2$$

Aus Hämoglobin und Sauerstoff entsteht Oxyhämoglobin und umgekehrt. Diese Reaktion erfolgt ohne Änderung des Oxydationszustandes des Hämoglobins. Würde er sich ändern, das zweiwertige Eisen des Häms also dreiwertig werden, entstünde Hämiglobin (Methämoglobin), das für den Sauerstofftransport ausfällt.

Die Sauerstoffbindung im Blut ist begrenzt durch die Menge des in ihm vorhandenen Hämoglobins, da der Anteil des im Wasser des Plasmas physikalisch gelösten Sauerstoffs sehr gering ist. Im Durchschnitt enthalten 100 ml menschlichen Blutes 14,5 bis 16 g Hämoglobin. Jedes Gramm Hämoglobin kann wiederum maximal 1,34 ml, nach neueren Untersuchungen 1,36 ml Sauerstoff binden. Hieraus resultiert eine maximale Sauerstoffbindungsfähig-

keit für das menschliche Blut von 20 bis 21 Vol %.

Die Sauerstoffsättigung ist abhängig von dem jeweiligen Sauerstoffpartiardruck. Bei höherem Sauerstoffdruck ist die Sauerstoffsättigung von Vollblut, bedingt durch dessen Elektrolytgehalt, allerdings noch besser als die von reiner Hämoglobinlösung. Schon hieraus ist das Zusammenwirken des Hämoglobins mit anderen Blutbestandteilen zu ersehen.
Weiterhin ist die Sauerstoffbindungsfähigkeit des Blutes abhängig von der Temperatur und dem Kohlensäuregehalt. Bei Erhöhung der Temperatur oder des Kohlensäuredruckes wird eine Sauerstoffsättigung erst bei höherem Sauerstoffpartiardruck erreicht.

Die Abhängigkeit der Sauerstoffbindung vom Kohlensäuredruck hat wiederum eine biologische Bedeutung. Das venöse Blut gibt in der Lunge bzw. in der Placenta die in den Geweben aufgenommene Kohlensäure wieder ab, wodurch die Bedingungen zur Sauerstoffaufnahme wesentlich gebessert werden. Umgekehrte Verhältnisse herrschen in den Geweben.
Anders als bei Sauerstoff ist das Bindungsvermögen für Kohlensäure im Blut praktisch unbegrenzt. Einmal ist ein nicht zu vernachlässigender Teil der Kohlensäure im Gegensatz zu Sauerstoff physikalisch gelöst. Zum anderen sind die chemischen Bindungsmöglichkeiten für Kohlensäure im Blut wesentlich größer als für Sauerstoff. In der Hauptsache handelt es sich dabei um die Bildung von Bicarbonaten - und zwar Natrium- und Kaliumbicarbonat. Es ist anscheinend jedoch auch noch mit einer carbonatartigen Bindung der Kohlensäure direkt an das Hämoglobin zu rechnen, und zwar sollen im arteriellen Blut etwa 2 %, im reduzierten etwa 10 % der gesamten gebundenen Kohlensäure als Carbaminohämoglobin vorliegen.
Die Reaktion des Blutes (pH etwa 7,42) wird hauptsächlich durch das Verhältnis der freien zur gebundenen

Kohlensäure, das etwa 1 : 20 beträgt, bestimmt. Das System Kohlensäure - Bicarbonat ist ein Puffersystem und kann daher Reaktionsänderungen in sich auffangen. Fügte man zum Beispiel dem Plasma eine der Hälfte des Bicarbonats entsprechende Menge Salzsäure hinzu, so würde die Kohlensäure, durch die stärkere Säure aus ihren Bindungen verdrängt, frei und abgeatmet werden. Der pH-Wert würde dabei nur auf 7,12 absinken, während er, könnte die freiwerdende Kohlensäure nicht entweichen, auf 6,92 abgesunken wäre. Die Pufferkapazität des Systems ist jedoch geringer geworden.

Die Bindung der Kohlensäure bei gleichbleibender Blutreaktion muß mit basischen Äquivalenten erfolgen. Diese werden von den Eiweißkörpern gestellt, an die, ihrer Ampholytnatur entsprechend, immer eine gewisse Menge Alkaliionen gebunden sind. Eine hervorragende Stellung unter den Eiweißkörpern nimmt wiederum das Hämoglobin ein, das durch den ständigen Übergang von Oxyhämoglobin in Hämoglobin und umgekehrt gleichzeitig ein wichtiges Puffersystem ist und etwa 90 % der gesamten Pufferung [11] im Blute übernimmt. Dieses ausgezeichnete Pufferungsvermögen ist darauf zurückzuführen, daß das Oxyhämoglobin als Säure etwa 70 mal stärker ist als das Hämoglobin. Deshalb kann es vielmehr Base neutralisieren, etwa das bei der Kohlensäureabgabe freiwerdende Alkali. Umgekehrt wird bei der Sauerstoffabgabe das zur Kohlensäurebindung erforderliche Alkali wieder frei. Hieraus erklärt sich nicht nur die Bedeutung des Hämoglobins bei der Aufrechterhaltung der Blutreaktion, sondern auch die dreimal größere Kohlensäurebindungsfähigkeit des Vollblutes im Vergleich zum Serum, wenn sich die gebundene Kohlensäure auch zu zwei Dritteln im Plasma und nur zu einem Drittel in den roten Blutkörperchen findet.

III. Untersuchungen und Ergebnisse.

1. Technik der Blutentnahmen am Feten.[13,14,15)]

Bis zu einer Muttermundsgröße von 3 cm Durchmesser erfolgten die Blutentnahmen mit Hilfe eines von Saling zur Amnioskopie entwickelten Endoskopes im Querbett, bei größerem Muttermund wurde der vorangehende Teil mit Specula im Längsbett eingestellt. Nach Sprengen einer eventuell noch stehenden Fruchtblase, wird die Haut des vorangehenden Teils (96 % der Kopf) sorgfältig trockengetupft. In der Absicht, bei der Entnahme annähernd arterielles Blut zu gewinnen, wird die Haut anschließend durch Aufsprühen von Chloräthyl hyperämisiert, da bei erhöhter Durchblutung der Anteil des venösen Blutes naturgemäß bedeutend geringer ist. Entnahmen arterieller Blutproben aus der hyperämisierten Fingerbeere [12)] werden seit Jahrzehnten vorgenommen. Nach nochmaligem Trockentupfen der Haut wird mit einem Tupfer etwas Siliconfett dünnschichtig aufgetragen und anschließend eine 2 mm tiefe, 1 1/2 mm breite Stichincision mit einer entsprechenden Incisionsvorrichtung gesetzt. Die Incisionsklinge (Bruchstück einer Rasierklinge) wurde ebenfalls vorher mit Siliconfett benetzt. Das Silikonfett soll die bei der Incision verletzten Gewebszellen abdichten, um dadurch einer Verfälschung des austretenden Blutes durch Gewebsflüssigkeit vorzubeugen.[16)] Außerdem verhindert es, daß das austretende Blut mit der Hautoberfläche in Berührung kommt und durch Verunreinigung derselben verfälscht wird. Ferner wird auch noch ein Zerfließen des Bluttropfens vermieden. Das an der Incisionsstelle in Form eines dicken Tropfens austretende Blut wird nunmehr mit einer dünnen Kunststoffkapillare aufgesaugt. Die Kapillare ist mit einem Baumwollfaden versehen, der mit Heparin bzw. Liquoid getränkt ist, um ein vorzeitiges Gerinnen der gewonnenen Blutprobe zu vermeiden.
Nunmehr können die Blutproben mit Hilfe von Mikroschnellverfahren analysiert werden, wobei der aktuellen oder

der nach Äquilibrieren der Probe gemessenen Blutreaktion die größte klinische Bedeutung zukommt.
Die Blutproben zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes wurden - im Anschluß an die für die klinischen Untersuchungen benötigten - auf die gleiche Weise gewonnen.

Die Vergleichswerte aus dem Nabelschnurblut wurden durch Punktion der Nabelvene mit einer dicken Strauss'schen Kanüle und Aufsaugen des austretenden Blutes in eine mit Heparinfaden versehene Kunststoffkapillare gewonnen.

2. Hämoglobinbestimmung.

Zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes wurde die Zyanhämiglobinmethode [2,5,7,8] gewählt. Der Vorteil dieser Methode gegenüber anderen zur direkten Bestimmung des Hämoglobingehaltes gebräuchlichen Verfahren liegt darin, daß die Färbung nach 20 Minuten absolut konstant ist. Daher besteht auch die Möglichkeit, ein Zyanhämiglobinstandard herzustellen, das in geschlossenen Ampullen praktisch unbegrenzt haltbar ist.

Das Prinzip der Zyanhämiglobinmethode ist die Umwandlung des in einer Blutprobe enthaltenen Hämoglobins durch Kaliumferricyanid in Hämiglobin, das dann mit Kaliumcyanid zu Zyanhämiglobin reagiert. Die Hämoglobinkonzentration in einer unbekannten Blutprobe könnte nun durch Farbvergleich mit einer Verdünnungsreihe von Zyanhämiglobinstandard ermittelt werden.

Wir ermittelten den Hämoglobingehalt mit dem Eppendorf - Photometer. Die Extinktion der unbekannten Zyanhämiglobinlösung wird dabei mit einem Filter für eine Wellenlänge von 546 nm Hg in 1 cm Küvetten gegen destilliertes Wasser als Blindprobe gemessen. Zur Berechnung des Hämoglobingehaltes in g % gilt der Umrechnungsfaktor 36.

Durchführung: Von einer Blutprobe werden in einer geeichten Kapillarpipette 0,2 ml Blut aufgenommen und mit 5 ml Transformationslösung (1,0 g Natriumbicarbonat, 0,2 g Kaliumferricyanid und 0,05 g Kaliumcyanid auf

1000 ml Aqua destillata) durch kräftiges Schütteln gut vermischt. Die so erhaltene Zyanhämiglobinlösung wird nach 20 Minuten in die Meßküvette des Photometers gegeben und die Extinktion abgelesen. Nach Multiplikation der Extinktion mit dem Umrechnungsfaktor 36 ergibt sich der Hämoglobingehalt in g %.

3. Untersuchungsgut und Untersuchungsbedingungen.

Bei 235 Fällen, bei denen aus klinischen Indikationen Blutentnahmen am Feten vorgenommen wurden, wurden Blutproben zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes mitentnommen.
Im Einzelnen handelte es sich in 92 Fällen um grünes, mekoniumhaltiges Fruchtwasser, das amnioskopisch oder nach Blasensprung festgestellt wurde und am wehenlosen Uterus - bei Schädellagen auch unter der Geburt - als Zeichen einer drohenden intrauterinen Asphyxie angesehen werden muß, in 75 Fällen um eine Beschleunigung der kindlichen Herztöne, in 43 Fällen um eine Verlangsamung derselben und in 25 Fällen um andere Indikationen, wie Erythroblastoseverdacht, präeklamptische Symptome der Mutter und protrahierter Geburtsverlauf.

Die erste Blutentnahme erfolgte unabhängig vom jeweiligen Geburtsstand bei Auftreten der klinischen Indikation. Wiederholte Abnahmen wurden beim Hinzukommen neuer Indikationen (erste Abnahme wegen amnioskopisch festgestelltem grünen Fruchtwasser, zweite Abnahme wegen Alteration der kindlichen Herztöne) oder als Kontrollabnahmen nach zweistündigem Geburtsfortschritt ohne Änderung der Indikation (anhaltend beschleunigte kindliche Herztöne) durchgeführt.

In jedem Fall wurde nach Abschluss der Geburt der Hämoglobinspiegel im Nabelvenenblut bestimmt.

4. Unterteilung der Geburt.

Die erste Blutentnahme erfolgte in 20 Fällen am wehenlosen Uterus, also vor dem Einsetzen eigentlicher

Geburtsvorgänge. Die Indikationen waren in 13 Fällen grünes Fruchtwasser, in 4 Fällen beschleunigte, in 1 Fall verlangsamte kindliche Herztöne und in zwei Fällen Erythroblastoseverdacht, der durch Antikörpertiter bei der Mutter und amnioskopisch festgestelltem gelblich verfärbten Fruchtwasser begründet war.

Die Geburt selbst wurde in der Eröffnungsperiode nach Muttermundsgrößen - in der Austreibungsperiode nach dem jeweiligen Stand des vorangehenden Teils - unterteilt.

Bezeichnung des Geburtsabschnittes		Stand der Geburt
Eröffnungsperiode		
E 1 - 3		Muttermund bis zu 3 cm Ø (Fünfmarkstückgröße)
E 6 - 8		Muttermund 6 - 8 cm Ø (Kleinhandteller- bis Handtellergröße)
E 10 - 12		Muttermundsaum noch vorhanden oder Muttermund vollständig eröffnet
Austreibungsperiode		
BB	vorangehender Teil	auf Beckenboden
BA		in Beckenausgang (sichtbar)

5. Ergebnisse und statistische Auswertung.

Da die Blutproben zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes im Anschluß an klinisch indizierte Blutentnahmen gewonnen wurden, sind das Vorhandensein einer Geburtsgeschwulst und eventuelle Einflüsse derselben auf die erhaltenen Werte nicht berücksichtigt.
Das Bestehen einer Geburtsgeschwulst könnte neben einer Verdünnung des Blutes durch Gewebsflüssigkeit (interstitielles Ödem) auch zu einer lokalen Zirkulationsstörung in der Haut des vorangehenden Teils und damit zu abweichenden Blutbefunden führen. Bezogen auf den Säure-Basenhaushalt und die Blutreaktion, hat Saling [13,14] bei vergleichenden Analysen von unmittelbar vor der Geburt aus der Haut des vorangehenden Teils entnommenen Blutproben mit solchen aus den Nabelschnurgefäßen nur in maximal 15 % einen negativen Einfluß einer Geburtsgeschwulst für möglich gehalten.

Änderungen der Blutreaktion als Zeichen von Störungen im Säure-Basenhaushalt des Feten hatten auf den Hämoglobingehalt keinen Einfluß und wurden deshalb bei der Auswertung von vornherein nicht berücksichtigt.

Für jeden Geburtsabschnitt wurde getrennt nach Blutentnahmeindikation der Mittelwert ($\bar{x}$) des Hämoglobingehaltes (x_i) der einzelnen Fälle (n) nach der Formel:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$ berechnet.

Das Quadrat der Streuung (s^2) wurde nach der Formel:

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$ ermittelt.

Der biologische Normalbereich beträgt:

$$\bar{x} \pm 2s.$$

Der mittlere Fehler der Mittelwerte (mf) ergibt sich aus der Formel:

$$mf = \frac{s}{\sqrt{n}} .$$

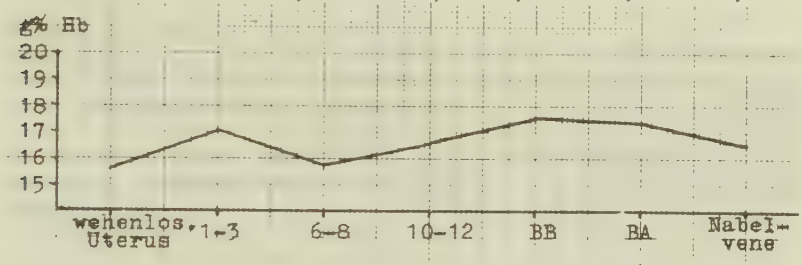
Die erhaltenen Mittelwerte wurden untereinander nach der üblichen Formel:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

auf ihre Signifikanz (t) geprüft, die bei kleinen Werten von n_1 und n_2 noch von diesen abhängt.
Vorausgesetzt, daß die Fallzahl nicht zu klein ist, etwa unter 10 liegt, ist eine Differenz als signifikant anzusehen, wenn t ungefähr 3 oder mehr beträgt.

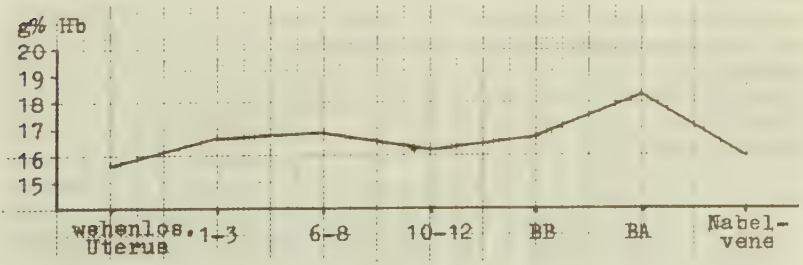
Tab.I. Indikation zur Blutentnahme: Grünes Fruchtwasser.

Geburts-abschn.	Fall-zahl	Mittelwert (g %)	s	mf	biol. Normal-bereich (g %)
wehenloser Uterus	13	15,56	2,99	0,83	9,58 - 21,54
E 1 - 3	38	17,01	2,58	0,42	11,85 - 22,17
E 6 - 8	15	15,75	1,65	0,43	12,45 - 19,05
E 10 - 12	43	16,55	2,52	0,38	11,51 - 21,59
A BB	15	17,47	2,86	0,74	11,75 - 23,19
A BA	8	17,39	2,02	0,71	13,35 - 22,43
Nabelvene	92	16,48	2,03	0,21	12,42 - 20,54



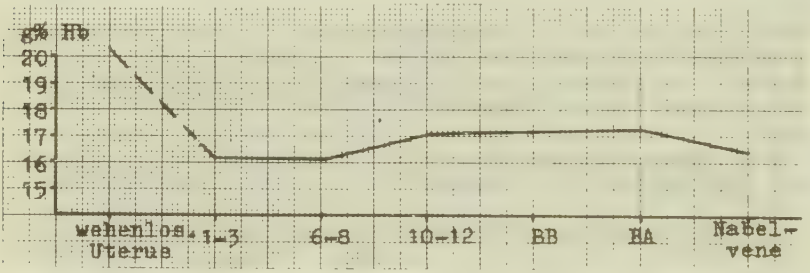
Tab. II. Indikation zur Blutentnahme: Beschleunigte kindliche Herztöne.

Geburts-abschn.	Fall-zahl	Mittelwert (g %)	s	mf	biol. Normal-bereich (g %)
wehenloser Uterus	4	15,65	1,39	0,69	12,89 - 18,45
E 1 - 3	31	16,63	2,09	0,38	12,45 - 20,81
E 6 - 8	22	16,87	1,79	0,96	13,29 - 20,45
E 10 - 12	31	16,23	2,48	0,96	11,27 - 21,19
A BB	16	16,69	2,96	0,74	10,77 - 22,61
A BA	4	18,20	3,35	1,67	11,50 - 24,90
Nabelvene	75	15,97	1,89	0,22	12,19 - 19,75



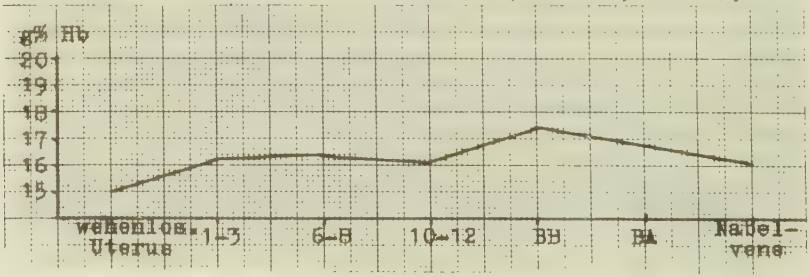
Tab. III. Indikation zur Blutentnahme: Verlangsamte kindliche Herztöne.

Geburts-abschn.	Fall-zahl	Mittelwert (g %)	s	mf	biol. Normal-bereich (g %)
wehenloser Uterus	1	20,30			
E 1 – 3	11	16,21	2,28	0,69	11,65 – 20,77
E 6 – 8	6	16,10	1,79	0,73	12,52 – 19,68
E 10 – 12	20	17,03	2,23	0,50	12,57 – 21,49
A BB	10	17,09	2,03	0,64	13,03 – 21,15
A BA	6	17,17	2,73	1,12	11,71 – 22,63
Nabelvene	43	16,47	1,75	0,27	12,97 – 19,97



Tab. IV. Indikation zur Blutentnahme: Sonstige Anlässe.

Geburts-abschn.	Fall-zahl	Mittelwert (g %)	s	mf	biol. Normal-bereich (g %)
wehenloser Uterus	2	15,00	2,83	2,00	9,34 – 20,66
E 1 – 3	7	16,21	1,18	0,45	13,85 – 18,57
E 6 – 8	5	16,28	2,08	0,93	12,12 – 20,44
E 10 – 12	16	16,16	1,97	0,49	12,22 – 20,10
A BB	6	17,42	1,90	0,77	13,62 – 21,22
A BA	0	--	--	--	-- – --
Nabelvene	25	16,08	1,69	0,34	12,70 – 19,46



Die aus den Tabellen I - IV erhaltenen Kurven für die Mittelwerte eines jeden Geburtsabschnittes zeigen erwartungsgemäß einen nahezu gleichen Verlauf.

Um eine größere Fallzahl für die einzelnen Geburtsabschnitte zu erhalten, wurden nochmals - ohne Berücksichtigung der Blutentnahmeindikationen - für jeden Geburtsabschnitt die Mittelwerte, Streuungen und mittleren Fehler der Mittelwerte nach den obigen Formeln berechnet und nach der Signifikanzformel untereinander verglichen.
Es ergibt sich folgende Tabelle und Kurve:

Tab. V. Ohne Berücksichtigung der Blutentnahmeindikationen.

Geburtsabschn.	Fallzahl	Mittelwert (g %)	(%)	s	mf	biol. Normalbereich (g %)
wehenloser Uterus	20	15,76	98	2,32	0,52	11,12 - 20,40
E 1 - 3	87	16,67	104	2,29	0,25	12,09 - 21,25
E 6 - 8	48	16,36	102	1,94	0,36	12,48 - 20,24
E 10 - 12	110	16,49	103	2,38	0,23	11,73 - 21,25
A BB	47	17,12	108	2,49	0,36	12,14 - 22,10
A BA	18	17,49	109	2,44	0,57	12,61 - 22,37
Nabelvene	235	16,27	102	1,91	0,13	12,45 - 20,09

Aus der Kurve ist ein, wenn auch nicht signifikanter, Anstieg des Hämoglobinspiegels in der Eröffnungsperiode nach dem Einsetzen von Wehen zu ersehen. Ein zweiter, signifikanter Anstieg erfolgt beim Übergang von der Eröffnungs- in die Austreibungsperiode. Im Nabelvenenblut entspricht der Hämoglobinspiegel wieder dem in der Eröffnungsperiode ermittelten. Auch dieser Abfall ist als signifikant anzusehen.

IV. Besprechung der Ergebnisse.

Im Gegensatz zu den bisherigen Vorstellungen konnte nachgewiesen werden, daß der Hämoglobingehalt - und damit auch die Sauerstoffkapazität - des fetalen Blutes im Vergleich zum Blut des Erwachsenen nicht erhöht ist.

Den niedrigsten Hämoglobinspiegel fanden wir im Blut des Feten bei wehenlosem Uterus, also vor dem Einsetzen eigentlicher Geburtsvorgänge. Mit Einsetzen der Wehen kommt es zu einem Ansteigen des Hämoglobinspiegels im Hautkreislauf des vorangehenden Teils um 0,91 g %. Da dieser Anstieg bereits zu Beginn der Eröffnungsperiode zu beobachten ist, der Aufpressdruck des vorangehenden Teils auf den noch nicht eröffneten Muttermund noch zu gering ist, um eventuell zu Stauungen und damit auch zu Änderungen der Werte im Bereich des Hautkreislaufs zu führen, müßte es sich hierbei um einen Anstieg des Hämoglobingehaltes im gesamten zirkulierenden Blut handeln. Vorstellbar wäre eine durch den beginnenden Geburtsstress ausgelöste Ausschüttung von Erythrozytendepots. Der Stoffwechsel zwischen Mutter und Kind ist vor Beginn der Wehen niedriger als während der Wehentätigkeit. Das konnten bereits Haselhorst und Stromberger [6] durch Vergleiche des Sauerstoffgehaltes im Nabelschnurblut von spontan geborenen Kindern und von solchen, die durch Kaiserschnitt am wehenlosen Uterus geboren wurden, nachweisen. Auch Salings Untersuchungen über die Blutgasverhältnisse und den Säure-Basenhaushalt des Feten [13] führten zu dem gleichen Ergebnis. Da die physikalischen

Bindungsmöglichkeiten für Sauerstoff praktisch unbedeutend sind und bei den ungünstigeren Gasaustauschbedingungen in der Placenta die maximale Sauerstoffbindungsfähigkeit des einzelnen Hämoglobinmoleküls möglicherweise nicht ausgenutzt werden kann, würde eine Erhöhung des Hämoglobinspiegels im zirkulierenden Blut auch eine Vergrößerung des Sauerstofftransportvermögens darstellen. Da dem Hämoglobin nicht nur beim Sauerstofftransport, sondern auch bei der Aufrechterhaltung der Blutreaktion eine große Bedeutung zukommt, wäre eine Zunahme des Hämoglobingehaltes auch aus diesem Grunde als zweckmäßig anzusehen. Es könnte zur Pufferung der unter der Geburt im fetalen Blut ansteigenden Kohlensäure, vor allem aber der durch anaerobe Glykolyse freiwerdenden organischen Säuren - an erster Stelle Milchsäure - benötigt werden.

Als Ursache für den in der Austreibungsperiode höherliegenden Hämoglobinspiegel, müssen jedoch geringgradige Zirkulationsstörungen in der Haut des vorangehenden Teils in Betracht kommen. Sie könnten einerseits durch Minderdruckwirkung - eine während der Wehe bestehende Druckdifferenz zwischen dem durch den vorangehenden Teil des Feten abgeschlossenen Uterusinnenraum und der Außenluft - und andererseits durch eine etwa vorhandene Geburtsgeschwulst bedingt sein. Bei verlangsamtem kapillären Blutstrom während der Wehe - zu diesem Zeitpunkt erfolgten die Blutentnahmen für die Untersuchungen - kann es zu einer Dehydration, also zu einer geringen Eindickung des Blutes kommen und damit auch zu einer Erhöhung des Hämoglobinspiegels im Hautkreislauf. Daß Einflüsse dieser Art in der Austreibungsperiode am deutlichsten auftreten, ist gut vorstellbar, da in diesem Stadium der Geburt einerseits die Wehen die größte Intensität aufweisen, andererseits der vorangehende Teil am stärksten zirkulär von den mütterlichen Weichteilen umschlossen wird. Wie wenig der Hämoglobinspiegel differiert, geht deutlich hervor, wenn wir die Werte in Pro-

zent betrachten. Die Differenz zwischen E_{10-12} und BB beträgt dann nur 5 % und zwischen BA und Nabelvene 7 %.

Eine andere Erklärung für die Differenz der Hämoglobinspiegel in der Austreibungsperiode und im Nabelvenenblut wäre die hypothetische Annahme, daß dem Feten in der Austreibungsperiode von der Mutter in erhöhtem Umfange Wasser zugeführt wird. Dann müßten Hämoglobinbestimmungen aus dem Nabelvenenblut zu etwas niedrigeren Werten führen als im Körperkreislauf des Feten und in den Nabelarterien. Ein solcher Zusammenhang wurde von mir nicht vermutet. Deshalb erfolgten die Hämoglobinbestimmungen ausschließlich aus dem Nabelvenenblut.

Schließt man von dem Hautkreislauf des vorangehenden Teils, der in 96 % der Fälle der Kopf ist, auf den gesamten Kopfkreislauf - der Ursprung der Gefässe ist der gleiche - so könnte der Anstieg des Hämoglobinspiegels beim Übergang der Eröffnungs- in die Austreibungsperiode auf eine Art Schutzregulation des durch Sauerstoffmangel und - auch bei ungestörtem Geburtsverlauf zunehmende - metabolische Acidose am meisten gefährdeten fetalen Gehirns zurückzuführen sein. Hierbei wird mehr an eine auf den Kopfkreislauf beschränkte Erhöhung des Hämoglobingehaltes gedacht. Dies könnte durch vasomotorische Drosselung des übrigen Kreislaufes zugunsten des Kopfkreislaufes, oder nur durch Drosselung des venösen Rückflusses aus dem Kopfkreislauf - durch Hirndruck ausgelöst auf reflektorischer Grundlage- ermöglicht werden. Die aus dem Hautkreislauf gewonnenen Blutproben entsprächen also den im Kopfkreislauf herrschenden Verhältnissen, nicht aber denen im übrigen Kreislauf. Dafür spräche der Abfall des aus dem Nabelvenenblut gewonnenen Hämoglobinspiegels auf Werte, die denen der Eröffnungsperiode entsprechen.
Da Angaben über verschiedene Hämoglobinkonzentrationen innerhalb eines Organismus nicht gefunden werden konnten, muß diese Vorstellung als rein hypothetische Annahme gelten.

V. Zusammenfassung.

Einleitend wird auf die bisherigen Untersuchungen des Hämoglobingehaltes im Nabelschnurblut hingewiesen und auf Salings Untersuchungen über die Blutgasverhältnisse und den Säure-Basenhaushalt des Feten unter der Geburt eingegangen. Im nächsten Abschnitt werden die physiologischen Aufgaben des Hämoglobins erläutert. Dann wird die Technik der Blutentnahmen am Feten vor und während der Geburt beschrieben, und es wird auf die Vorteile der Zyanhämiglobinmethode zur Hämoglobinbestimmung sowie deren Durchführung eingegangen. Anschließend folgt die statistische Auswertung der erhaltenen Werte.

In der nun folgenden Besprechung der Ergebnisse wird angenommen, daß eine Erhöhung des Hämoglobinspiegels beim Auftreten von Wehen auf eine geburtsstressbedingte Ausschüttung von Blutdepots zurückzuführen ist. Die Zweckmäßigkeit derselben wird erläutert. Als Ursache für den Anstieg des Hämoglobinspiegels im Blut des Hautkreislaufs des vorangehenden Teils (96 % Kopf) in der Austreibungsperiode müssen jedoch geringgradige Zirkulationsstörungen, bedingt durch Minderdruckwirkung in der Wehe oder eine etwa vorhandene Geburtsgeschwulst, eine Rolle spielen.

Andere hypothetische Möglichkeiten werden erwähnt.

VI. Literaturverzeichnis.

1) Bancroft-Livingstone u. Fisher, J.Obstet.Gynaec. Brit.Emp., 65,41 (1958)
2) Bethke,K.u.Savelsberg,W.,Biochem.Z.,320,431 (1950)
3) Brody,S.,J.Obstet.Gynaec.Brit.Emp.,67,672 (1960)
4) Burnus,D.,J.Obstet.Gynaec.Brit.Emp.,66,147 (1959)
5) Dannenberg,E.,Ärztl.Lab.,3,205 (1957)
6) Haselhorst,G.u.Stromberger,K.,Z.Geburtsh.Gynäk., 98,49 (1930)
7) Heilanger,L.u.Plötmer,K.,Klin.Wschr.,35,49 (1957)
8) Kleihauer,E.u.Bethke,K.,Ärztl.Lab.,3,2o2 (1957)
9) Lehnartz,E.,Chemische Physiologie,9.Aufl.,Berlin, Springer (1949)
10) Lundsgaard,C.u.Moeller,E.,J.exp.Med.,36,559 (1922)
11) Müller-Seifert,Taschenbuch d. med.-klin. Diagnostik, 66.Aufl.,München,Bergmann,206 (1949)
12) Rein,H.,Physiologie des Menschen,1o.Aufl.,Berlin, Springer (1949)
13) Saling,E.,Z.Geburtsh.Gynäk.,161,262 (1963)
14) Saling,E.,Z.Geburtsh.Gynäk.,162, 56 (1964)
15) Saling,E.,Arch.Gynäk. 197, 108 (1962)
16) Sanz,M.C.,Dt.med.J.,13,611 (1962)
17) Sellmann, Klin.Wschr.,33,647 (1955)
18) Wissenschaftl.Tabellen Geigy,6.Aufl.Basel,548 (1960)
19) Zweifel, Arch.Gynäk.,9,291 (1876)

VII. Lebenslauf.

Am 11. April 1930 wurde ich, Fritz-Wilhelm Pankow als Sohn des praktischen Arztes Dr. med. Wilhelm Pankow und seiner Ehefrau Katharina, geborene Klein, in Berlin - Konradshöhe geboren.
Von 1936 bis 1940 besuchte ich die 22. Volksschule in Berlin-Tegelort, anschließend die Humboldt-Oberschule für Jungen in Berlin-Tegel und die staatliche Oberschule für Jungen in Neubrandenburg, Mecklenburg. Am 10. Juli 1948 bestand ich die Reifeprüfung an der Humboldtschule Tegel.
Als Krankenpflegepraktikant war ich von Mai 1949 bis September 1950 im Städtischen Krankenhaus Tegel-Nord beschäftigt.
Von Sommersemester 1951 bis Wintersemester 1956/57 studierte ich an der Christian-Albrechts-Universität in Kiel und an der Freien Universität Berlin Medizin. Nach fünf vorklinischen Semestern bestand ich in Kiel die ärztliche Vorprüfung und am 13. August 1957 in Berlin die ärztliche Prüfung.
Bis zu meiner Approbation am 8. September 1959 war ich als Medizinalassistent auf der chirurgischen und inneren Abteilung des Städtischen Humboldt-Krankenhauses in Berlin-Reinickendorf und in der Städtischen Frauenklinik am Mariendorfer Weg in Berlin-Neukölln tätig.
Seit Oktober 1959 bin ich als Assistenzarzt an der Frauenklinik des Städtischen Krankenhauses am Mariendorfer Weg in Berlin-Neukölln angestellt.
Ich bin verheiratet und habe drei Kinder.